



6-19-02

GP/1745
#6
BT
8.22-02

Attorney Docket No. 02135C/HG'

**THE UNITED STATES PATENT
AND TRADEMARK OFFICE**

Applicant(s): Katsuhiro IWASAKI et al

Serial No. : 10/085,797

Filed : February 28, 2002

For : METHOD AND APPARATUS
FOR METAL SMELTING

Art Unit : 1745

SUBMISSION OF PRIORITY DOCUMENTS

Commissioner for Patents
S I R :

Enclosed are certified copies; priority is claimed under 35

. USC 119.

COUNTRY

APPLICATION NO.

FILING DATE

Japan
Japan
Japan
Japan
Japan
Japan
Japan
Japan
Japan
Japan

11-252162
2000-046617
2000-054112
2000-125192
2000-126701
2000-126713
2000-126714
2000-166807
2000-166808
2000-128520
2000-214241

September 6, 1999
February 23, 2000
February 29, 2000
April 26, 2000
April 26, 2000
April 26, 2000
April 26, 2000
April 26, 2000
April 26, 2000
April 27, 2000
July 14, 2000

Respectfully submitted,

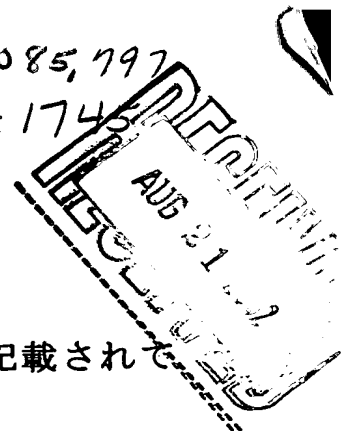
HERBERT GOODMAN
Reg. No. 17,081

Frishauf, Holtz, Goodman,
Langer & Chick, P.C.
767 Third Avenue - 25th Floor
New York, NY 10017-2023
Telephone: (212) 319-4900
Facsimile: (212) 319-5101
HG/fs



日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

USSN 10/085,797
Art Unit 1745



別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

1999年 9月 6日

出 願 番 号

Application Number:

平成11年特許願第252162号

[ST.10/C]:

[JP1999-252162]

出 願 人

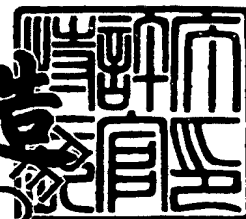
Applicant(s):

日本鋼管株式会社

2002年 3月12日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特 2002-3016355



【書類名】 特許願
【整理番号】 NKK991012
【提出日】 平成11年 9月 6日
【あて先】 特許庁長官殿
【国際特許分類】 C21B 11/00
【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内一丁目 1 番 2 号 日本鋼管株式
会社内

【氏名】 岩崎 克博

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内一丁目 1 番 2 号 日本鋼管株式
会社内

【氏名】 磯崎 進市

【特許出願人】

【識別番号】 000004123

【氏名又は名称】 日本鋼管株式会社

【代理人】

【識別番号】 100097272

【弁理士】

【氏名又は名称】 高野 茂

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 000642

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

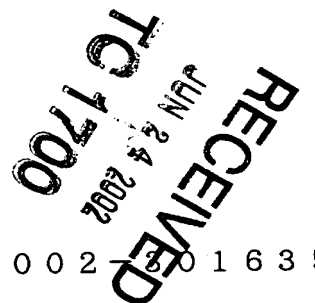
【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9700956

【プールの要否】 不要



【書類名】 明細書

【発明の名称】 金属製・精錬炉及びその操作方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 金属酸化物及び／又は金属水酸化物を予熱すると共に還元する機能を有する回転炉床形式の金属製・精錬炉において、原料装入口を所定の間隔で 2 ヶ所以上設けたことを特徴とする回転炉床形式の金属製・精錬炉。

【請求項 2】 請求項 1 記載の回転炉床形式の金属製・精錬炉と鉄浴型熔融還元炉とからなることを特徴とする金属製・精錬炉。

【請求項 3】 金属酸化物及び／又は金属水酸化物を予熱すると共に還元する機能を有し、複数の原料装入口を備えた回転炉床形式の金属製・精錬炉を用いて、前記金属酸化物及び／又は金属水酸化物を還元する回転炉床形式の金属製・精錬炉の操作方法において、

前記複数の原料装入口の個数は 2 個であって、第一の前記原料装入口より原料を前記回転炉床上に装入して所定厚さの原料層を形成し、所定の滞留時間経過後の当該原料層上に、第二の前記原料装入口より更に原料を装入して所定厚さの積層構造を有する原料層を形成し、所定の滞留時間経過後、払出し口から製品を排出することを特徴とする回転炉床形式の金属製・精錬炉の操作方法。

【請求項 4】 前記回転炉床形式の金属製・精錬炉に設けられた前記複数の原料装入口の個数は 3 個以上であり、当該原料装入口の個数に応じて 3 層以上の数の前記積層構造を有する原料層を前記回転炉床上に形成する操作を繰り返すことを特徴とする、請求項 3 記載に準じた回転炉床形式の金属製・精錬炉の操作方法。

【請求項 5】 炭材並びに金属酸化物及び／又は金属水酸化物はいずれも粉粒状態にあり、当該炭材と当該金属酸化物及び／又は金属水酸化物とを予め混合し、得られた混合物原料を還元し、得られる金属化率を 50 % 以下とすることを特徴とする、回転炉床形式又はロータリーキルン形式の金属製・精錬炉の操作方法。

【請求項 6】 炭材並びに金属酸化物及び／又は金属水酸化物はいずれも粉粒状態にあり、当該炭材と当該金属酸化物及び／又は金属水酸化物とを予め混合

し、ペレット、ブリケット又は塊状に成形し、得られた成形品を還元し、得られる金属化率を80%以下とすることを特徴とする、回転炉床形式又はロータリーキルン形式の金属製・精錬炉の操業方法。

【請求項7】 請求項3～6のいずれかに記載された金属製・精錬炉の操業方法により前記金属酸化物及び／又は金属水酸化物を還元製・精錬して半還元金属製品を製造し、次いでこうして得られた当該半還元金属製品を、金属浴型溶融還元炉において溶融還元して金属溶湯を得ることを特徴とする、金属製・精錬炉の操業方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

この発明は、金属酸化物及び／又は金属水酸化物を炭材と一緒に装入し、これらの予熱・還元機能を有する回転炉床形式又はロータリーキルン形式の製・精錬炉に装入し、適切な還元製・精錬を施して、当該製錬炉における生産性を飛躍的に増大させるための設備とその操業方法、更に、その製品を金属浴型溶融還元炉において溶融還元することにより、金属溶湯を得るための設備とその操業方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

回転炉床形式の金属製・精錬炉を用い、金属酸化物及び／又は金属水酸化物を還元製・精錬して半還元状態の金属製品を製造する技術について、炭材と鉱石を粉粒状の混合状態で上記金属製錬炉に装入する方法が、例えば、「COMET A New Coal Based Process for the Production of DRI、Ironmaking MPT International Feb.(1997)」(以下、先行技術1という)に開示されている。また、原料を、炭材を内装してペレット化したものを用いる方法が、例えば、「The FASTMET DIRECT REDUCTION PUROCSSES、Ironmaking Conference Proceeding (1993)」(以下、先行技術2という)、及び「Charging molten iron into the EAF、New Steel nov.(1997) p72」(以下、先行技術3という)に開示されている。

【0 0 0 3】

一方、金属浴型溶融還元炉の例としては、「新鉄源の最近の動向」（日本鉄鋼協会プロセスフォーラム、平成8年9月29日）（以下、先行技術4という）に、D I O S 法、H I S m e l t 法、及びR o m e l t 法等の鉄浴型溶融還元製鉄法における鉄浴型溶融還元炉及びその操業方法が開示されている。

【0 0 0 4】

そして更に、特願平10-019997号公報には、回転炉床形式の金属製精錬炉（ロータリーハースタイプの炉、以下「R H F」と略す）において、金属酸化物及び／又は金属水酸化物を炭材とともに炉に装入し、還元製錬して半還元鉄を製造し、次いで、この半還元鉄を鉄浴型溶融還元炉で溶融還元の仕上げ製錬を施し、溶銑を得る技術が開示されている（以下、先行技術5という）。

【0 0 0 5】

上述した先行技術を参照し、R H F を用いて金属酸化物及び／又は金属水酸化物を還元製錬して半還元鉄を製造し、次いで、こうして製造された半還元鉄に、電気製鉄炉（サブマージドアークファーンネス、以下「S A F」と略す）で溶融還元製錬を施して溶銑を製造するプロセスについて、当該プロセス全体の性能及び効率を向上させるという観点から、R H F における半還元鉄製品の金属化率と、上記プロセス全体における性能発揮及び効率向上との関係について考察した。その結果、従来の所見通り、R H F における半還元鉄製品の金属化率が高い方が、上記プロセス全体における性能発揮及び効率向上に対して有利であるとの結論が得られた。

【0 0 0 6】

【発明が解決しようとする課題】

本発明者等は、金属酸化物及び／又は金属水酸化物より溶銑を安価に製造するという所期の目的を達成するために、従来の製造プロセスを見直した。

【0 0 0 7】

一般的にミニミル向けの鉄源製造プロセスの1ユニットのサイズは年産規模が約100万トン程度である。これに対して、従来のR H F + S A F プロセスでは、当該1組の設備で年産約50万トン程度である。従って、従来技術では、R H

F×2基とSAF×2基が必要である。そこで、本発明者等は、RHFでの金属化率を従来の水準よりも低くすることにより、RHFの生産量を増加させようとした。

【0008】

一方、上述したように、RHF-SAFプロセスにより、金属酸化物及び／又は金属水酸化物より溶銑を製造する場合には、RHFにおける半還元鉄製品の金属化率を高くした方が所期の目的達成の点から望ましい。しかしながら、本発明者等は、更に検討を拡大し、RHFで製造された半還元鉄製品の溶融還元工程を、従来行なわれているSAFで行なわずに、鉄浴型溶融還元炉で行なった場合について、RHF-鉄浴型溶融還元炉プロセス全体における性能発揮及び効率向上と、半還元鉄製品の金属化率との関係について検討した。

【0009】

その結果、RHF-鉄浴型溶融還元炉プロセスにより、金属酸化物及び／又は金属水酸化物より溶銑を製造する場合には、RHFにおける半還元鉄製品の金属化率が低い方が、プロセス全体における性能発揮及び効率向上の観点から望ましいという結論を得た。この結論は、従来、一般に考えられてきた結論とは正反対の結論であり、本発明者等の検討による独創的な知見である。但し、この知見は、RHFの回転炉床への装入原料である炭材及び金属酸化物及び／又は金属水酸化物の形態が、粉粒状混合物の場合とペレット等成形品の場合とでは、上記要件を満たすための半還元鉄製品の金属化率の適正範囲が若干異なる。その理由は、原料が回転炉床に装入された状態における当該原料への雰囲気からの伝熱性に注目すると、原料形態が成形品の場合の方が粉粒状混合物の場合よりも格段に良好であるので、成形品を使用したときの方が生産性が上がる。従って、半還元鉄製品の金属化率がより高い値に達するまで、生産性確保の観点から許容されるからである。

【0010】

図1に、RHFで製造される半還元鉄の金属化率と、金属酸化物及び／又は金属水酸化物からの溶銑製造コストとの関係を、RHF-鉄浴型溶融還元炉プロセスとRHF-SAFプロセスとについて試算したものを示す。但し、溶銑製造コ

ストは、RHF-SAFプロセスによる溶銑製造コストの内、RHFにおける半還元鉄の金属化率が90%のときのコストを1とし、インデックスで表わしたものである。また、同図の横軸には、溶銑の製造プロセス別に必要な、RHFと鉄浴型溶融還元炉との各1基当たりの生産能力の分類（LL：特大、L：大、M：中）と各炉の所要基数とを併記した。

【0011】

そこで、上記知見に鑑み、RHFの製品である半還元鉄の金属化率を、従来の通常操業で生産されたものの場合の、92%程度ないしそれ以上という高率の水準から、より低い水準に低下させることが重要である。例えば、図1からその水準低下の適正值について考えると、低下後の金属化率は凡そ、30%と76%との中間値以下にするのが適当であると推定される。

【0012】

以上より、金属酸化物及び／又は金属水酸化物からの溶銑製造コストを低減するという、本発明者等の所期の目的を達成するためには、RHFにおける生産性向上技術、及び、RHFにおける半還元鉄の金属化率低下技術の開発が重要である。

【0013】

ところが、これらの課題解決に対しては次の問題がある。即ち、RHFにおける生産性向上の方法とRHFにおける半還元鉄の金属化率低下の方法とは、相互に関連しており、上記課題の解決方法に対しては、それぞれ下記のような阻害要因が存在する：

【0014】

1. RHFの炉径を大型化することにより、RHFにおける半還元鉄の生産性の向上を図る方法がある。しかしながら、RHFの炉の径は現状既に最大で50m程度であり、現在のプラント建設技術ではこれ以上のスケールアップに対しては製作精度等に限界があるので、RHFの炉径の大型化は困難である。

【0015】

2. RHFの回転炉床の回転速度を速めることにより、半還元鉄の金属化率を低下させることができる。しかしながら、この増速により当該設備に対する機械的

負荷が増加し、高速回転に伴う摩耗・機器損耗が著しく増大するので望ましくない。

【0016】

3. RHFの回転炉床へ原料層厚さを増大させて生産性を高めることが可能である。しかしながら、従来から知られている、原料の還元反応に最適な層厚さをそれ以上に増大させると、炉の上面から加熱する方式の構造であるために、原料層の下部領域では著しく反応が遅滞する。従って、原料の還元処理条件にバラツキが増大し、製品である半還元鉄の金属化率のバラツキが大きくなり、大量生産には適さない。

【0017】

以上より、この発明が解決すべき課題は、RHFの炉径、回転炉床の回転速度、及び回転炉床に装入する原料層厚さを従来の水準に維持しつつ、金属化率の低い半還元鉄を製造して、RHFによる1基当たりの生産量を安定的に増加し得る技術を開発することにある。そして、RHFの基数を増やすことなく、生産量の拡大ができるような技術開発をすることにある。即ち、現状技術レベルで製作可能で、且つ信頼性の高いRHFの炉構造を決定する必要がある。また、最小限の設備基数で、経済的に溶銑を製造するために、RHFにおける半還元鉄の金属化率の適正範囲を明らかにすることを課題とした。その際、炭材及び金属酸化物及び／又は金属水酸化物からなる原料の形態として、粉粒状の混合物である場合と、予めペレットやブリケット等に成形化したものである場合とについて考えた。上記鉄に関するRHF設備技術及びその操業技術は、他の金属に対するRHF設備技術及びその操業技術、並びに、他の金属に対するロータリーキルン設備技術及びその操業技術しても応用することが可能である。

【0018】

【課題を解決するための手段】

本発明者等は、上記観点から前述した独創的知見と多大の試験研究を重ねた結果、下記発明を創案した。この発明の要旨は次の通りである。

【0019】

請求項1に係る発明の回転炉床形式の金属製・精錬炉は、金属酸化物及び／又

は金属水酸化物を予熱すると共に還元する機能を有する回転炉床形式の金属製・精錬炉において、原料装入口を所定の間隔で2ヶ所以上設けたことに特徴を有するものである。

【0020】

請求項2に係る発明の金属製・精錬炉は、請求項1記載の回転炉床形式の金属製・精錬炉と鉄浴型溶融還元炉とからなることに特徴を有するものである。

【0021】

請求項3に係る発明の回転炉床形式の金属製・精錬炉の操作方法は、金属酸化物及び／又は金属水酸化物を予熱すると共に還元する機能を有し、複数個の原料装入口を備えた回転炉床形式の金属製・精錬炉を用いて、前記金属酸化物及び／又は金属水酸化物を還元する回転炉床形式の金属製・精錬炉の操作方法において、前記複数個の原料装入口の個数は2個であって、第一の前記原料装入口より原料を前記回転炉床上に装入して所定厚さの原料層を形成し、所定の滞留時間経過後の当該原料層上に、第二の前記原料装入口より更に原料を装入して所定厚さの積層構造を有する原料層を形成し、所定の滞留時間経過後、払出し口から製品を排出することに特徴を有するものである。

【0022】

請求項4に係る発明の回転炉床形式の金属製・精錬炉の操作方法は、請求項3に係る発明に準じた回転炉床形式の金属製・精錬炉の操作方法であって、前記複数の原料装入口の個数は3個以上であり、当該原料装入口の個数に応じて3層以上の数の前記積層構造を有する原料層を前記回転炉床上に形成する操作を繰り返すことに特徴を有するものである。

【0023】

請求項5に係る発明の回転炉床形式又はロータリーキルン形式の金属製・精錬炉の操作方は、炭材並びに金属酸化物及び／又は金属水酸化物がいずれも粉粒状態にあり、当該炭材と当該金属酸化物及び／又は金属水酸化物とを予め混合し、得られた混合物原料を還元し、得られる金属化率を50%以下とすることに特徴を有するものである。

【0024】

請求項 6 に係る発明の回転炉床形式又はロータリーキルン形式の金属製・精錬炉の操業方法は、炭材と金属酸化物及び／又は金属水酸化物とを予め混合し、ペレット、ブリケット又は塊状に成形し、得られた成形品を還元し、得られる金属化率を 80 % 以下とすることに特徴を有するものである。

【0025】

請求項 7 に係る発明の金属製・精錬炉の操業方法は、請求項 3 ～ 6 のいずれかに係る発明の金属製・精錬炉の操業方法により前記金属酸化物及び／又は金属水酸化物を還元製・精錬して半還元金属製品を製造し、次いでこうして得られた当該半還元金属製品を、金属浴型溶融還元炉において溶融還元して金属溶湯を得ることに特徴を有するものである。

【0026】

【発明の実施の形態】

次に、この発明の実施の形態を、図面を参照しながら説明する。

【0027】

この発明に係る金属の製・精錬炉の操業方法を実施する場合の、原料から金属溶湯を製造するに至る概略フローを、粉鉱石から溶銑を製造するプロセスを例として、その概要を説明する。

【0028】

(1) 図 2 に、上記プロセスの概略フロー図を示す。同図に示すように、原料の粉鉱石 1 と炭材の石炭 2 とを所定の処理をした後に、回転炉床炉 7 に装入すると共に、熱源として燃料ガス 8 を供給して、上記装入物を加熱し、粉鉱石 1 を石炭 2 で還元して、半還元鉄 9 を製造する。次いで、適宜、半還元鉄 9 を鉄浴型溶融還元炉 10 へ装入し、酸素ガス 11 及び粉粒状石炭 2 a を供給して溶銑 12 を製造する。なお、鉄浴型溶融還元炉 10 は炉の立上げ時には、溶銑等の種湯の装入を要するが、定常操業状態では炉内鉄浴の存在によりその必要はない。

【0029】

(2) 次に、この発明に係る金属製・精錬炉、及びこれを用いた操業方法を更に詳細に説明する。

【0030】

(2-1) 図3に、この発明に係る金属製・精錬炉の第一の実施形態を説明する概略斜視図を示し、図4には、図3の2個の原料装入口151及び152と、半還元鉄9の払出し口16との平面位置関係を示す。両図で示された金属製錬炉は、回転炉床炉7であって、第1の原料装入口151と第2の原料装入口152とからなる2個の原料装入口が、炉の円周上ほぼ180度の中心に対して対称的位置に設けられている。一方、製品即ち半還元鉄9の払出し口16が、第1の原料装入口151の近傍手前に設けられており、その下方には製品搬出ラインとしてベルトコンベア17が1系列設けられている。回転炉床炉7の本体部分は、回転炉床71とこれをカバーして炉内雰囲気を確保するための炉壁72とで構成されており、回転炉床71が同図中の回転方向を示す矢印の方向に回転する。炉壁72内部の上部には燃焼バーナー（図示：省略）が炉周全長にわたり所定の間隔で設けられている。なお、製品を高温搬出し、高温のまま実施例工程の溶解炉である鉄浴型溶融還元炉等の原料として使用する場合には、製品搬出ラインの搬送手段としてバケットで搬送する方法が望ましい。

【0031】

(2-2) 次に、上述したこの発明に係る第一の実施形態の金属製・精錬炉を用いた場合の操作方法として、この発明に係る金属製・精錬炉の操作方法について、第一の実施形態を、図2～図4を参照しながら説明する。

【0032】

まず、原料の調製について、第一の方法は、金属酸化物及び／又は金属水酸化物としての粉鉱石1を粉砕装置19で処理した粉粒状鉱石と、炭材としての石炭2を粉砕装置3で処理した粉粒状石炭2aとを所定の割合で、造粒・乾燥装置としてのペレタイザー62で処理して成形品としてのペレット60に調製するものである。第二の方法は、粉鉱石1と、石炭2を粉砕装置3で処理した粉粒状石炭2aとを所定の割合で配合し、ミキサー4で混合した粉粒状混合物61の状態に調製したものを使用するものである。

【0033】

こうして調製された原料ペレット60又は粉粒状混合物61を回転炉床形式の金属製・精錬炉としての回転炉床炉7に装入する。

【 0 0 3 4 】

図 3 及び図 4 に示した回転炉床炉 7 の第 1 及び第 2 の原料装入口 1 5 1、1 5 2 の上方から原料装入装置（図示：省略）によって、ペレタイザー 6 2 で成形された所定サイズのペレット 6 0 を装入し、ペレット 6 0 を燃焼バーナーで加熱し、更に当該ペレット 6 0 中の粉鉱石を、ペレットに内装されている粉粒状石炭で還元する。ペレット 6 0 装入物の積層厚さは、直径 1 0 ～ 1 5 mm のペレット 6 0 が 1 層ないし部分的に 2 層に積層された状態にし、同図中矢印の方向（反時計回り方向）に回転させつつ、1 2 0 0 ～ 1 3 0 0 ℃ の雰囲気下でペレットを加熱し、炉を約 1 / 2 周する間の約 4 ～ 5 分程度で、その温度上昇に伴ない順次還元を進行させ、目標の鉄金属化率にする。第 2 の原料装入口 1 5 2 からの原料ペレットの装入方法は、上記目標金属化率まで還元された半還元鉄層である第 1 層の上に、新たにペレットを上記と同様、1 層ないし部分的に 2 層程度を積み増し、加熱・還元する。こうして、残 1 / 2 周を移動する間に、上層の第 2 層ペレットも金属化率を上記目標値になるようにする。こうして払出し位置に到達した半還元鉄を、払出し口 1 6 からベルトコンベア 1 7 上に排出して払い出す。

【 0 0 3 5 】

上記において、粉鉱石中铁分の目標金属化率は 8 0 % 以内とするのが望ましい。炉内温度 1 2 0 0 ～ 1 3 0 0 ℃ は反応効率及び設備保全上より望ましい条件である。なお、粉鉱石の還元反応においては、 Fe_2O_3 から金属鉄が生成するまでの範囲の還元率（RD %）と金属化率（MD %）との間には、通常、下記（1）式：

$$\text{RD \%} = (\text{MD \%} + 50 \%) / 1.5 \quad \dots \dots (1)$$

の関係が認められる。従って、金属化率 $\text{MD \%} = 0 \%$ のとき、還元率 $\text{RD \%} = 33 \%$ であり、還元率 $\text{RD \%} = 0 \%$ のとき、見掛け上金属化率 $\text{MD \%} = -50 \%$ となる。上記目標金属化率 MD \% が 8 0 % 以内であるとは、粉鉱石の還元が幾分なりとも進行して、還元率 RD \% が正の値となった状態をも含むものである。即ち、目標金属化率 MD \% が 8 0 % 以内には、負の値（但し、 $\text{MD \%} > -50 \%$ ）を含む。本明細書における金属化率 MD \% の定義は以下同じである。

【 0 0 3 6 】

上述した回転炉床炉 7 への装入原料は、ペレット 6 0 の代わりに粉鉱石 1 と粉粒状石炭 2 とからなる混合物（粉粒状混合物 6 1、図 2 参照）であってもよい。但し、粉粒状混合物 6 1 は熱伝達効率がペレット 6 0 よりも小さいので、回転炉床炉 7 内における金属化率については、同じ条件下におけるペレット 6 の金属化率よりも小さくなる。従って、粉粒状混合物 6 1 の場合は、回転炉床 7 1 に乗ってペレット 6 0 の場合と同じ回転速度で炉周をほぼ 1 / 2 周移動する間の粉鉱石中鉄分の金属化率も低くなる。粉粒状混合物 6 1 の場合には、金属化率が 5 0 % 以内になるように制御するのが望ましい。

【 0 0 3 7 】

以上のようにして、原料のペレット 6 0 又は粉粒状混合物 6 1 は回転炉床炉 7 で処理されて半還元金属としての半還元鉄 9 になり、製品として外販されるか、あるいは次工程の溶融還元製・精錬工程における原料として用いられる。

【 0 0 3 8 】

(2 - 3) 図 5 に、この発明に係る金属製・精錬炉の操作方法についての第二の実施形態を説明する概略平面図を示す。図 5 は、原料装入口が 3 個設けられた回転炉床炉の概略平面図である。この回転炉床炉 7 は、図 3 及び図 4 に示した回転炉床炉の原料装入口を 1 個増設し、3 個の原料装入口 1 5 1 ~ 1 5 3 を炉の円周上にほぼ 1 2 0 度の中心に対して対称的位置に設けたものであり、その他炉の基本構造並びに払出し口 1 6 及びベルトコンベア 1 7 等の付帯設備は、図 3 及び図 4 に準じたものである。

【 0 0 3 9 】

この回転炉床炉 7 を用い、金属酸化物及び／又は金属水酸化物を燃料ガスの燃焼熱で予熱し、還元する。この実施の形態を粉鉱石の還元プロセスを例にして説明すると、図 2 のフロー図に示したように、回転炉床炉 7 に粉鉱石 1 と粉粒状石炭 2 a とのペレット 6 0、又は両者の粉粒状混合物 6 1 を装入する。装入原料を燃焼バーナーで加熱し、粉鉱石を還元する。原料装入は、図 5 の第 1 ~ 第 3 の各原料装入口 1 5 1 ~ 1 5 3 の上方から原料装入装置（図示：省略）を用いて装入する。第 1 の原料装入口へ装入する装入物の層厚さは、ペレットの場合は、その直径 1 0 ~ 1 5 m m が 1 層ないし部分的に 2 層に積層された状態にする。なお、

原料が粉粒体混合物の場合にも、装入物の層厚さはペレットの約 3 ～ 5 倍の厚さにする。そして同図中矢印の方向（反時計回り方向）に回転させつつ、1 2 0 0 ～ 1 3 0 0 ℃の雰囲気下で原料を加熱し、炉を約 1 / 3 周する間に、その温度上昇に伴ない順次還元を進行させ、目標の鉄金属化率にする。

【 0 0 4 0 】

ここで、目標の鉄金属化率は、原料の装入形態が、ペレット、ブリケット又は塊状の成形品の場合には、8 0 %以下に設定するのが望ましく、一方、粉粒状混合物の場合には、5 0 %以下に設定するのが望ましい。以下、この（2 - 3）項においては、第 2 層目以降の全ての順番装入の層における装入物中の粉鉱石に対する目標の鉄金属化率はすべて、上記第 1 層目の装入物中の粉鉱石に対する場合と同様、成形品の場合には、8 0 %以下に設定し、粉粒体混合物の場合には、5 0 %以下に設定するのが望ましい。当然のことながら、成形品の金属化率を 5 0 %以下としておけば、生産量を更に増やすことができる。

【 0 0 4 1 】

こうして、約 1 / 3 周回転した位置に設けられている第 2 の原料装入口 1 5 2 から、上記目標金属化率まで還元された半還元鉄層である第 1 層の上に、新たに原料ペレットを上記と同様、1 層ないし部分的に 2 層程度を積み増し、加熱・還元する。こうして、1 / 3 ～ 2 / 3 周の間を移動する間に、上層の第 2 層ペレットも金属化率を上記目標値になるようにする。こうして累計約 2 / 3 周回転した位置に設けられている第 3 の原料装入口 1 5 3 から、目標金属化率まで還元された半還元鉄層である第 2 層の上に、新たに原料ペレットを上記と同様、1 層ないし部分的に 2 層程度を積み増し、加熱・還元する。こうして、ほぼ 1 周の間を移動する間に、3 箇所て装入された第 1 ～ 第 3 層（下層、中間層、上層）の全てにわたり、ほぼ目標金属化率まで還元される。

【 0 0 4 2 】

なお、第 1、第 2 及び第 3 の各層の金属化率は、厳密には第 1 層の下層において最も大きくなっているが、回転炉床上における原料の被還元時間と金属化率との関係は、所定の加熱・還元条件下においては、前半の被還元時間の増加に対して金属化率は急増し、末期の被還元時間帯においてはその増加速度は小さくなり

、被還元時間の経過に対して金属化率は飽和する。従って、第 1 ～ 第 3 層の全てにわたり、ほぼ目標金属化率まで還元することができる。

【 0 0 4 3 】

以上のようにして 1 回転して払出し位置に到達した半還元鉄を、払出し口 1 6 からベルトコンベア 1 7 上に排出して払い出す。

【 0 0 4 4 】

原料装入口が、4 個以上設けられた回転炉床炉における原料の装入方法及び加熱・還元操作は、上述した原料装入口が 2 又は 3 個の場合に準じる。

【 0 0 4 5 】

ここで、原料装入口の数の上限について、原料形態がペレット等成形品の場合と、粉粒体混合物の場合とを比較する。既に述べたように、回転炉床上においては、成形品の原料層の方が、粉粒体混合物の原料層よりも雰囲気からの熱伝達係数が格段に大きいので、同一金属化率まで還元するに要する時間は短くて済む。実績によれば、粉粒体混合物の場合は、成形品の場合の数倍の時間がかかっている。従って、成形品の方が生産性に優れている。よって、回転炉床炉の原料装入口の数をより増やすことができる。しかしながら、成形品の調製設備費と運転費等が余計にかかる。装入原料混合物ないし成形品は、R H F 装入前に乾燥し、付着水分を低くするほど、R H F の生産性を上げ、エネルギー原単位を下げることができる。

【 0 0 4 6 】

次に、回転炉床炉の払出し口の数については、1 個の場合には、既存設備に対する払出し口の増設コストがかからず有利である。更に、払出し・搬出ラインの増設もかからない。但し、払出し製品の金属化率の均一性に関しては、原料装入口の増加につれて、厳密には低下するが、その程度は次工程における使用時に問題となることは殆んどない。また、炉内ガス排出口に関しては、原料装入口 1 箇所に対して、ガス排出口も 1 箇所の割合で設けてもよく、あるいは、複数の原料装入口に対して、炉全体で 1 箇所のガス排出口を設けてもよい。回転炉床炉の炉内雰囲気は実用上密閉構造としているので、ガス排出口を 1 箇所しか設けない場合には、炉内排ガス流れが原料装入口の開口部を迂回するバイパスを設ける必

要があるが、一方、排ガス顕熱をより一層活用できるので、熱効率上は燃焼ガスの熱量有効利用上望ましい。

【0047】

(2-4) この発明の基礎になった独創的な知見は、既に、図1の説明に関連して述べた通り、RHF-鉄浴型溶融還元炉プロセスにより、金属酸化物及び／又は金属水酸化物より溶銑を製造する場合には、従来の定説とは反対に、RHFにおける半還元鉄製品の金属化率が低い方が、プロセス全体における性能発揮及び効率向上の観点から望ましいと言うものであった。これに関連して本発明者等は更に検討を重ね、図6を得た。同図について説明する。

【0048】

まず、粉鉱石からの溶銑製造プロセスとして、RHFを用いて予備還元を行ない、半還元鉄を製造し、次いでこれを鉄浴型溶融還元炉（以下、「SRF」と略す）、又は電気製銑炉（「SAF」と略す）からなる2種の溶解炉の内一方を用いて溶融還元して、溶銑を製造するというプロセス（以下、それぞれ「RHF-SRFプロセス」、「RHF-SAF」プロセスという）について検討した。粉鉱石の予備還元炉としてRHFを選定した理由は、上記知見より金属化率（MD）を低くして、高生産性能のRHFを用いることが可能となれば、これに対応した高生産性が期待されるSRFと組み合わせることにより、両種の炉の設置基数を増設せず、あるいはできるだけ少ない基数で、通常のミニミルにおける必要な溶銑年産量、100万トン規模の溶銑を製造するプロセスの可能性があることに着眼したからである。こうして、RHF-SRFプロセスに注目した。これに対して、従来比較的多くのミニミルにおいて還元鉄の溶解炉として採用されているSAFを、溶解炉として選定した。

【0049】

ここで、鉄鉱石は、全Fe分含有率（T. Fe）が67wt. %程度の酸化物系鉱石であり、炭材は、揮発分（VM）が10wt. %、アッシュが10wt. %、そして発熱量が7300kcal/kg程度、RHF用燃料ガスとしては、天然ガスを用いることを前提として検討した。

【0050】

図 6 は、先ず、粉鉱石の還元炉である R H F での金属化率 (MD) を低下させるにつれて、生産量が増加することを示す。ここで、R H F の炉性能は、現状における最大規模の炉であり、回転半径=約 5 0 m、回転周期=8~1 0 分の設備であり、また装入物の形態は、粉鉱石と粉粒状石炭とから成形したペレットを用いた場合である。また、溶解炉としての S R F 及び S A F 共に、現状における世界最大規模の炉である。S R F は 2 0 0 0 t / 日の能力を有し、S A F はトランス容量が 4 0 0 0 0 K V A の能力を有する炉である。

【 0 0 5 1 】

今、炉の設備基数を最小限にし、年産 1 0 0 万トン規模の溶銑生産能力を有するためのプロセスであって、できるだけ効率的なプロセスの組み合わせを考える。図 6 よりわかるように、金属化率 2 0 % 強において、R H F と S R F との生産能力の規模がほぼ同じになる。即ち、この条件において、R H F から S R F に供給する半還元鉄量が、S R F における半還元鉄の処理量とほぼ等しくなるので、両炉とも各 1 基の炉設備で必要生産量を確保することができ、効率的なマテリアルバランスが得られる。そのマテリアルフロー量は、年間約 1 0 0 万トンである。これに対して、R H F - S R F プロセスについて考えると、1 基の S R F に対して、S A F 設備基数を数基設けなければならない。従って、R H F - S R F プロセスでは、溶銑製造コストが変動費の割高により引き上げられる。例えば、図 1 ことが予測される。

【 0 0 5 2 】

上述したように、図 6 が得られるときの R H F - S R F プロセスの操業条件下においては、R H F における粉鉱石の金属化率の最適値は、一応、2 0 % 強となる。但し、現実の操業においては、粉鉱石の金属化率の最適値を左右する要因は多数あり、一義的に決めることは不可能である。

【 0 0 5 3 】

そこで、本発明者等は多数の文献や報告書等をもとに、鋭意検討を加え、解析した結果、粉鉱石の金属化率の最適値の範囲について、次の結論を得た。即ち、この発明においては、R H F において還元すべき粉鉱石等、金属酸化物及び／又は金属水酸化物の金属化率は、装入原料の形態が、ペレットやブリケット等成形

品の場合には、80%以下に設定するのが望ましく、一方、粉粒状混合物の場合には、50%以下に設定するのが望ましい。また、この金属化率の下限値については、装入原料の形態が成形品あるいは粉粒状混合物のいずれの場合でも、熔融還元炉（SRF）の操業で使用する炭材及び酸素ガスの原単位、並びに発生ガス量が著しく大きくならない範囲内に留めることが一般に望ましく、従って、この場合の金属化率は、5%以上であることが望ましく、10%以上であればなお望ましく、そして30%以上であれば一層望ましい。このような金属化率を確保するのが望ましい理由は、次の通りである。即ち、このような条件下においては、RHFの製品表面が金属化するので高温下にあっても十分な強度及び形状を保持することができる。従って、RHF製品が原料として溶解炉に装入された後、高温の浴中で、混合物製品や成形品製品の内部にあつて、未だ金属化していない原料部分と内装炭材との直接還元反応が進行するので、溶解炉における反応効率及びエネルギー効率等、効率向上が期待されるからである。

【0054】

（2-5）この発明においては、当該企業において、粉鉱石等、金属酸化物及び／又は金属水酸化物を還元して得られた半還元鉄等を、製品として外販し、他の企業においてこれを原料として溶銑等金属溶湯を生産する場合の他に、当該同一企業内において、半還元鉄等を原料として溶銑等の製造までを一貫して行なう場合にも有効な技術になるよう配慮した。即ち、このような場合には、上述した各種の金属製・精錬炉の操業で製造された半還元金属製品を、溶解工場へ搬送し、ここで最終的工程としての熔融還元製錬を施し、溶銑等金属溶湯を製造することが必要である。こうすることにより、半還元金属製品を他の企業で最終処理する場合に比べて、企業間での半還元金属製品の運搬費用や保管費用等が削減され、製造コストが有利になる。

【0055】

（2-6）上述した（2-4）及び（2-5）項においては、金属酸化物及び／又は金属水酸化物の予熱・還元による半還元金属の製造に回転炉床炉（RHF）を用いた場合について説明した。ところで、金属酸化物及び／又は金属水酸化物をの予熱・還元して半還元金属を製造する場合の冶金反応プロセスを行なわせ

るための金属製・精錬炉として、回転炉床炉の他に、ロータリーキルン形式の金属製・精錬炉を用いることができる。また、ロータリーキルン形式の金属製・精錬炉を用いて、粉鉱石等金属酸化物及び／又は金属水酸化物を加熱し、炭材で還元して半還元金属を製造する場合には、当該製造工程で得られる製品中の金属化率を低くするにつれて、当該製品の生産性が上昇する。これは、金属製・精錬炉として回転炉床炉を用いる場合と同じ理由による。但し、ロータリーキルン形式の金属製・精錬炉においては、原料装入口の数を複数個設けても、各原料装入口で装入された原料が層状に積層することができない。従って、ロータリーキルン形式の金属製・精錬炉においては、原料装入口の数は1個とする。

【0056】

更に、ロータリーキルン形式の金属製・精錬炉で予備還元した半還元金属を原料として、金属溶湯を製造するための溶解炉としては、鉄浴型溶融還元炉（RHF）又は電気製鉄炉（SAF）を用いることができる。このように、ロータリーキルンの機能及び性能は、回転炉床炉における機能及び性能に類似しており、実用上ほぼ同じであるとみなす。

【0057】

以上より、この発明の他の実施形態として、（2-4）及び（2-5）項において述べたこの発明の実施の形態における回転炉床炉（RHF）の替わりに、ロータリーキルンを用いてもよい。

【0058】

【実施例】

この発明を実施例により更に説明する。

【0059】

この発明の範囲内のRHF設備を用い、この発明の範囲内の操作条件で半還元鉄を製造する試験である実施例1～4を行った。また、比較試験として、この発明の範囲外のRHFを用い、この発明の範囲外の操作条件で半還元鉄を製造する試験である比較例1及び2を行った。表1及び表2に主な試験条件を示し、半還元鉄の生産性インデックスを併記した。ここで、生産性インデックスは、製造された製品中の全鉄分（T. Fe分）換算値で表わし、比較例1の結果を基準値1

とした。

【0060】

【表1】

項目	実施例1	実施例2	比較例1
炉径 (mφ)	50	50	50
原料形態	ペレット	ペレット	ペレット
原料装入口数	2	3	1
製品払出し口数	1	1	1
回転速度インデックス	1	1	1
金属化率 (%)	70	45	95
生産性 インデックス	2	3	1

【0061】

【表 2】

項目	実施例 3	実施例 4	比較例 2
炉径 (mφ)	50	50	50
原料形態	混合装入	混合装入	混合装入
原料装入口数	2	3	1
製品払出し口数	1	1	1
回転速度インデックス	0.2	0.2	0.2
金属化率 %	45	30	90
生産性 インデックス	1.4	2.1	0.7

【0 0 6 2】

実施例及び比較例の試験条件の特徴は次の通りである。

実施例及び比較例の全ての試験に共通の条件として、用いた回転炉床炉の炉径は現状製作技術レベルで最大級の 5 0 m であり、製品払出し口は 1 個とし、原料

の粉鉱石及び炭材の石炭はそれぞれ同一銘柄のものを使用した。また、実施例における試験条件では、原料装入口を 2 個及び 3 個の 2 水準、原料装入物の形態をペレット及び粉粒状混合物の 2 水準、回転炉床の回転速度をインデックス表示でペレット使用のときに 1（1 周約 10 分）、粉粒状混合物使用のとき 0.2（1 周約 50 分）とした。なお、比較例における原料装入口は 1 個である。

【0063】

上記において、原料装入物の調製方法は次の通りである。ペレットについては、図 2 に示したフローに従い、粉鉱石 1 を粉砕装置 19 で $80\mu\text{m}$ 以下で $40\mu\text{m}$ 程度に粉砕した粉粒状鉱石と、石炭 2 を粉砕装置 3 で鉱石とほぼ同等の粒径に粉砕した粉粒状石炭 2a とを、ペレタイザー 62 でペレット 60 に成形した。一方、粉粒状混合物については、シンターフィードままの鉄鉱石で平均粒径 0.2 ～ 0.4 mm 程度の粉鉱石と、約 3 mm 以下に粉砕された粉粒状石炭 2a とを、ミキサー 4 で処理して粉粒状混合物 61 とした。なお、鉱石と石炭の配合比は適宜設定した。また、回転炉床炉の雰囲気温度については、 $1200\sim 1300^{\circ}\text{C}$ の範囲内で適宜調節した。ここで、装入物中の炭材の重量比は、鉱石に対して 2 ～ 4 割程度である。

【0064】

はじめに、比較例 1 について説明する。比較例 1 を次の通り行なった。

図 7 に概略平面図を示す RHF を用いた。原料装入口が 1 個、製品払出し口が 1 個設けられている。原料装入口 151 から、粉粒状炭材を内装した直径 10 ～ 15 mm 程度のペレット状の原料を装入した。原料層厚さとして 1 層ないし部分的に 2 層程度に積層された状態の装入物層を形成し、回転炉床 71 を図示した通り反時計方向に回転させつつ、 $1200\sim 1300^{\circ}\text{C}$ の雰囲気下でペレットを加熱した。ペレットは加熱されて昇温すると共に順次還元が進み、約 10 分で炉が 1 回転する間に、鉱石の金属化率が 95% になるよう微調節した。なお、金属化率の微調節は、雰囲気温度、鉱石・炭材の配合比、炉床回転速度の微調整、及び第一装入物層厚さの微調整即ちその重量の微調整により行なった。こうして得られた直接還元鉄を払出し口 16 から排出し、ベルトコンベア 17 で搬出した。

【0065】

実施例 1 を次の通り行なった。

図 3 及び図 4 に示した R H F を用いた。原料装入口が 2 個、製品払出し口が 1 個設けられている。第 1 の原料装入口 1 5 1 から、粉粒状炭材を内装した直径 1 0 ~ 1 5 m m 程度の上記ペレットを装入した。装入原料層厚さとして 1 層ないし部分的に 2 層程度に積層された状態の第一装入物層を形成し、回転炉床 7 1 を図示した通り反時計方向に回転させつつ、1 2 0 0 ~ 1 3 0 0 ℃の雰囲気下でペレットを加熱した。ペレットは加熱されて昇温すると共に順次還元が進み、約 5 分で炉が 1 / 2 周し、鉍石金属化率が 7 0 % になるよう微調節した。なお、金属化率の調節は、比較例 1 と同様、雰囲気温度、鉍石と炭材の配合比、炉床回転速度の微調整、及び第一装入物層厚さの微調整即ちその重量の微調整により行なった。次いで、第 2 の原料装入口 1 5 2 から、上記第一装入物層が半還元された半還元鉄層の上に、新たにペレットを 1 層ないし部分的に 2 層程度に積層された状態の第二装入物層を積み増し形成し、これを加熱・還元し、約 5 分で残 1 / 2 周を移動する間に、第二装入物層中の鉍石金属化率が 7 0 % になるよう上記と同様にして調節した。なお、この間に第一装入物層の還元が累積的に進行するが、前述した通り、はじめの 1 / 2 周の間に粉鉍石の金属化率は、当該時の還元条件下において飽和状態に近くなっていること、及び、上に積層された第二装入物層により高温雰囲気顕熱の第一装入物層への熱伝達が阻害されることのため、この間の金属化率累積量は小さい。こうして、回転炉床 7 1 が 1 回転したところで、製品払出し口 1 6 から半還元鉄を排出し、コンベアベルト 1 7 で搬出した。このように処理された製品の金属化率は第一及び第二装入物層共にほぼ 7 0 % 程度であった。得られた製品中に含まれる全鉄分 (T. F e 分) 換算値で生産性を評価し、比較例 1 の場合を基準として、生産性インデックスを 1 とすると、実施例 1 における生産性インデックスは、2 であった。

【 0 0 6 6 】

実施例 2 を次の通り行なった。

図 5 に示した R H F を用いた。原料装入口が 3 個、製品払出し口が 1 個設けられている。実施例 2 における R H F の操業方法は、実施例 1 における操業方法に準じて行なった。即ち、第 1 の原料装入口 1 5 1 から、粉粒状炭材を内装した直

径 1 0 ~ 1 5 m m 程度の上記ペレットを、1 層ないし部分的に 2 層程度に積層して第一装入物層を形成し、1 2 0 0 ~ 1 3 0 0 ℃の雰囲気下でペレットを加熱・昇温して還元し、約 3 . 3 分で炉が 1 / 3 周し、鉍石金属化率が 4 5 % になるよう微調整した。金属化率の調節は、実施例 1 と同様、雰囲気温度、鉍石と炭材の配合比、炉床回転速度の微調整、及び第一装入物層厚さの微調整即ちその重量の微調整により行なった。次いで、第 2 の原料装入口 1 5 2 から、上記第一装入物層が半還元された半還元鉄層の上に、新たにペレットを 1 層ないし部分的に 2 層程度に積層して第一装入物層を積み増し形成し、これを加熱・還元し、約 3 . 3 分で第 2 の 1 / 3 周を移動する間に、第二装入物層の鉍石金属化率が 4 5 % になるよう上記と同様にして調節した。なお、この間に第一装入物層の還元が累積的に進行するが、上に積層された第二装入物層により高温雰囲気顕熱の第一装入物層への熱伝達が阻害されるため、この間の金属化率累積量は小さい。そして、第 3 の原料装入口 1 5 3 から、第 2 の原料装入口からの装入と同じ要領で第三装入物層を形成し、加熱・還元し、約 3 . 3 分で第 3 の 1 / 3 周を移動する間に、第三装入物層の鉍石金属化率が 4 5 % になるよう上記と同様にして調節した。回転炉床 7 1 が 1 回転したところで、製品払出し口 1 6 から半還元鉄を排出し、コンベアベルト 1 7 で搬出した。このように処理された製品の金属化率は、第一〜第三装入物層のいずれにおいてもほぼ 4 5 % 程度であった。実施例 2 における生産性インデックスは、3 であった。

【 0 0 6 7 】

次に、比較例 2 を次の通り行なった。

比較例 2 では、比較例 1 と同じく図 7 に概略平面図を示した R H F を用いた。原料装入口は 1 個、製品払出し口は 1 個設けられている。但し、装入原料の形態は、ペレットの替わりに、粉鉍石と粉粒状炭材との粉粒状混合物を使用した。

【 0 0 6 8 】

原料装入口 1 5 1 から炭材と鉍石の粉粒状混合物を厚さ 5 0 ± 3 0 m m の範囲で装入し、反時計方向に回転させた。1 2 0 0 ~ 1 3 0 0 ℃の雰囲気下で粉粒状混合物の温度が上昇して順次還元が進み、回転炉床が約 5 0 分かかって 1 回転する間に金属化率 9 0 % の還元鉄ができた。そして、払出し口 1 6 から還元鉄を排

出し、コンベアベルト 1 7 で搬出した。この場合の生産性インデックスは 0. 7 であった。

【0 0 6 9】

粉粒状混合物を装入したこの比較例 2 では、ペレットを装入した比較例 1 に比べて、炉内熱量の装入物への熱移動等が劣る。従って、比較例 2 では装入物滞留時間が比較例 1 の約 5 倍必要で、かつ到達金属化率も比較例 1 の場合より低目となる傾向がある。しかし、ペレタイザー及びペレット化するための原料粉碎機器が不要なので、この点、比較例 2 では設備費が安価となり有利となる。次の実施例 3 及び 4 では、原料装入物の形態として粉粒状混合物を使用した。

【0 0 7 0】

実施例 3 を次の通り行なった。

図 3 及び 4 に示した原料装入口が 2 個、製品払出し口が 1 個設けられた R H F を用い、原料装入口 1 5 1 から炭材と鉱石の粉粒状混合物を厚さ 50 ± 30 mm の範囲で第 1 装入物層を装入し、 $1200 \sim 1300^{\circ}\text{C}$ の雰囲気下で粉粒状混合物の温度が上昇して順次還元が進み、回転炉床が約 25 分かかって $1/2$ 周し、この間に鉱石金属化率が 45% になるよう微調節して半還元鉄を得た。次いで、第 2 の原料装入口 1 5 2 から、上記第一装入物層の半還元鉄層の上に、新たに粉粒状混合物を厚さ 50 ± 30 mm の範囲で第二装入物層を装入し、回転炉床が約 25 分かかって次の $1/2$ 周する間に、第二装入物層中の鉱石金属化率が 45% になるよう微調節して半還元鉄を得た。鉱石金属化率の微調整は、上記他の試験と同様、雰囲気温度、鉱石と炭材の配合比、炉床回転速度の微調整、及び第一装入物層厚さの微調整即ちその重量の微調整により行なった。なお、この間に第一装入物層の還元が累積的に進行するが、はじめの $1/2$ 周の間に鉱石金属化率は、当該時の還元条件下において未だ飽和状態に近くはなっていないが、この場合には装入物形態が粉粒状混合物であるため、上に積層された第二装入物層により高温雰囲気顕熱の第一装入物層への熱伝達が著しく阻害されるため、この間の金属化率累積量は比較的小さい。こうして、回転炉床 7 1 が 1 回転したところで、製品払出し口 1 6 から半還元鉄を排出し、コンベアベルト 1 7 で搬出した。このように処理された製品の金属化率は第一及び第二装入物層共にほぼ 45% 程度で

あった。この場合の生産性インデックスは 1. 4 であった。

【0 0 7 1】

実施例 4 を次の通り行なった。

図 5 に示した R H F を用いた。原料装入口が 3 個、製品払出し口が 1 個設けられている。実施例 4 における R H F の操業方法は、実施例 3 における操業方法に準じて行なった。即ち、第 1 の原料装入口 1 5 1 から、炭材と鉱石の粉粒状混合物を厚さ 50 ± 30 mm の範囲で第 1 装入物層を装入し、 $1200 \sim 1300^{\circ}\text{C}$ の雰囲気下で粉粒状混合物の温度が上昇して順次還元が進み、回転炉床が約 1 7 分かかって 1 / 3 周し、この間に鉱石金属化率が 3 0 % になるよう微調節して半還元鉄を得た。次いで、第 2 の原料装入口 1 5 2 から、上記第一装入物層の半還元鉄層の上に、新たに粉粒状混合物を厚さ 50 ± 30 mm の範囲で第二装入物層を装入し、回転炉床が約 1 7 分かかって次の 1 / 3 周する間に、第二装入物層中の鉱石金属化率が 3 0 % になるよう微調節して半還元鉄を得た。

【0 0 7 2】

次いで、第 3 の原料装入口 1 5 3 から、第 2 の原料装入口からの装入と同じ要領で第三装入物層を形成し、加熱・還元し、約 1 7 分で第 3 の 1 / 3 周を移動する間に、第三装入物層の鉱石金属化率が 3 0 % になるよう上記と同様にして調節した。こうして、回転炉床 7 1 が 1 回転したところで、製品払出し口 1 6 から半還元鉄を排出し、コンベアベルト 1 7 で搬出した。このように処理された製品の金属化率は、第一～第三装入物層のいずれにおいてもほぼ 3.0 % 程度であった。この場合の生産性インデックスは 2. 1 であった。

【0 0 7 3】

上記結果によれば、回転炉床炉を用いて、鉄鉱石を石炭で還元して半還元鉄ないし還元鉄を製造する場合、原料装入物の形態、炉内温度、原料装入タイミングと装入物の層厚さ、装入物層の形態、及び装入物の加熱・還元時間を適宜調節することにより、目標とする鉄鉱石金属化率の半還元鉄ないし還元鉄を製造することができることがわかった。

【0 0 7 4】

上記試験では、鉄鉱石の還元をするに当たり回転炉床炉を用いたが、回転炉床

炉の替わりにロータリーキルンを、上述した操業方法に準じて用いることができる。即ち、ロータリーキルンにおいては、炉内に装入された原料等装入物は常に回転・混合される状態となり、回転炉床炉におけるように、装入物を一定の層状ないし一定の積層状に保持することはできない。従って、ロータリーキルンにおいては、原料装入物の装入タイミングに関し、回転炉床炉における条件と類似の条件を設定することはできない。この条件を除けば、ロータリーキルンを回転炉床炉の替わりに用いて、上述した試験結果に類似した結果が得られる。

【0075】

以上、金属酸化物及び／又は金属水酸化物として鉄鉱石を例にして説明したが、この発明は、金属酸化物及び／又は金属水酸化物として鉄鉱石のみならず、N i 鉱石、C r 鉱石、M n 鉱石等の還元処理についても有効である。更に、Z n や P b 等の重金属を含有することが多いダストやスラッジ等の産業廃棄物の処理にも有効である。また、炭材としては石炭のみならず、コークスやオイルコークス以外に、廃プラ等の産業廃棄物の活用にも有効である。その理由は、各種原料と炭材における加熱・還元反応が原理的に同じないし類似しているからである。また、本法において、炭材、鉱石等に加えて石灰石やドロマイト等の副原料を混合することで同時に副原料焼成設備を省略することも可能となる。また、R H F の燃料としては、天然ガスや重油以外に熔融還元炉からの回収ガスを使用することも全系のエネルギーバランスをとる上で有効である。

【0076】

【発明の効果】

以上述べたように、この発明によれば、金属酸化物及び／又は金属水酸化物を原料として、金属化率を所定値以下に調節した半還元金属の生産性を飛躍的に増大させることが可能であり、更に、当該半還元金属を熔融還元することにより、当該種金属溶湯の生産性を飛躍的に増大させることが可能である。同時に製造コストも低下する。このような、回転炉床形式又はロータリーキルン形式の金属製・精錬炉及びその操業方法を提供することができ、工業上極めて有用な効果もたらされる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

回転炉床炉における鉱石金属化率と、回転炉床炉－溶解炉プロセスによる溶銑製造コストと関係を、溶解炉が鉄浴型溶融還元炉のときと電気製銑炉のときとについて比較するグラフである。

【図 2】

この発明に係る金属の製・精錬炉の作業方法を、粉鉱石から溶銑を製造するプロセスを例として説明する概略フロー図である。

【図 3】

この発明に係る金属製・精錬炉の例を示す概略斜視図である。

【図 4】

図 3 の概略平面図である。

【図 5】

この発明に係る金属製・精錬炉の他の例を示す概略斜視図である。

【図 6】

回転炉床炉における鉱石金属化率又は還元率と回転炉床炉での生産性との関係、鉄浴型溶融還元炉への供給鉱石鉄の還元率と鉄浴型溶融還元炉での生産性、及び、電気製銑炉への供給鉱石の還元率と電気製銑炉での生産性との関係のそれぞれを示すグラフである。

【図 7】

従来の金属製・精錬炉の例を示す概略斜視図である。

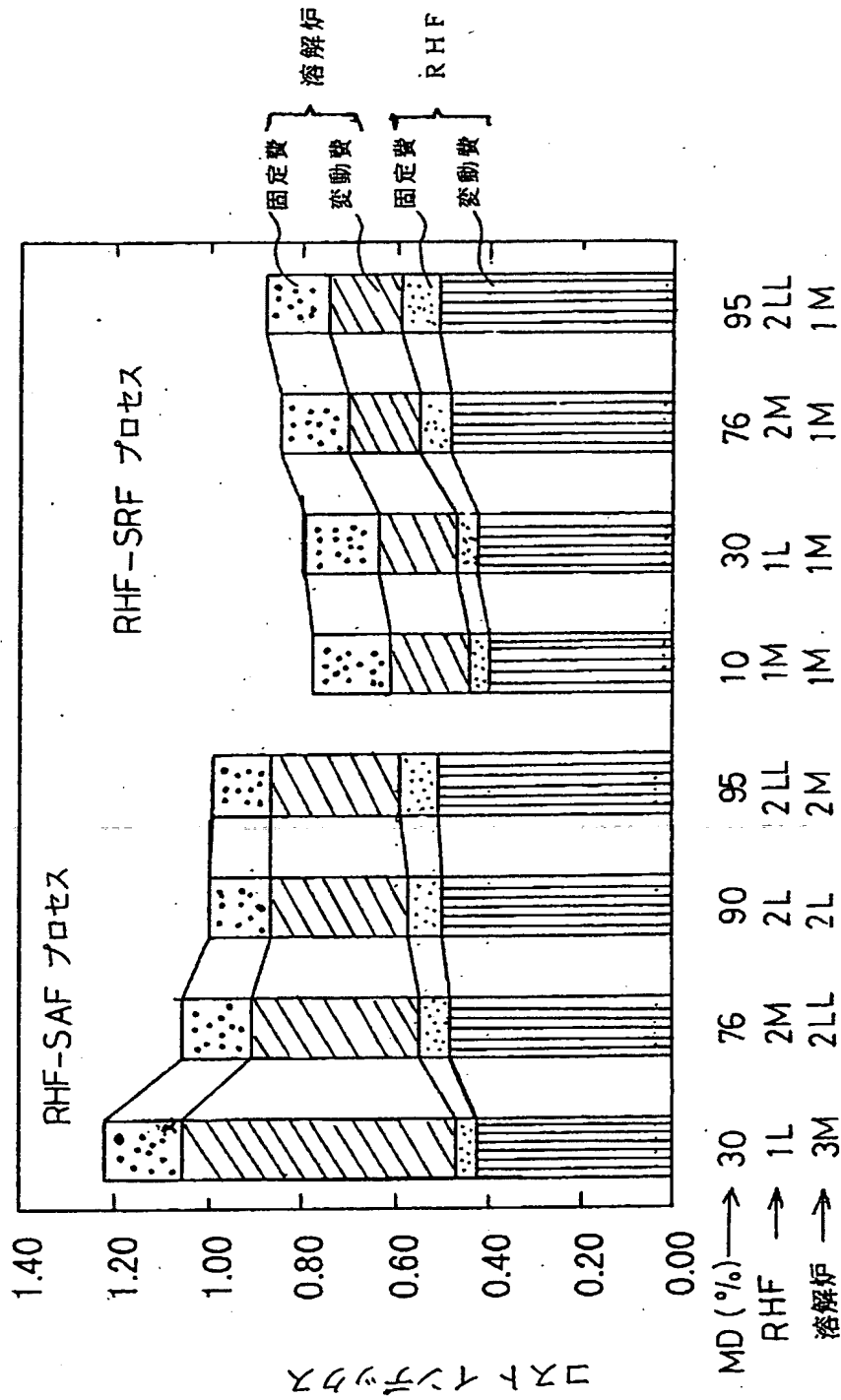
【符号の説明】

- 1 粉鉱石
- 2 石炭
- 2 a 粉粒状石炭
- 3 粉碎装置
- 4 ミキサー
- 6 0 ペレット
- 6 1 粉粒状混合物
- 6 2 ペレタイザー

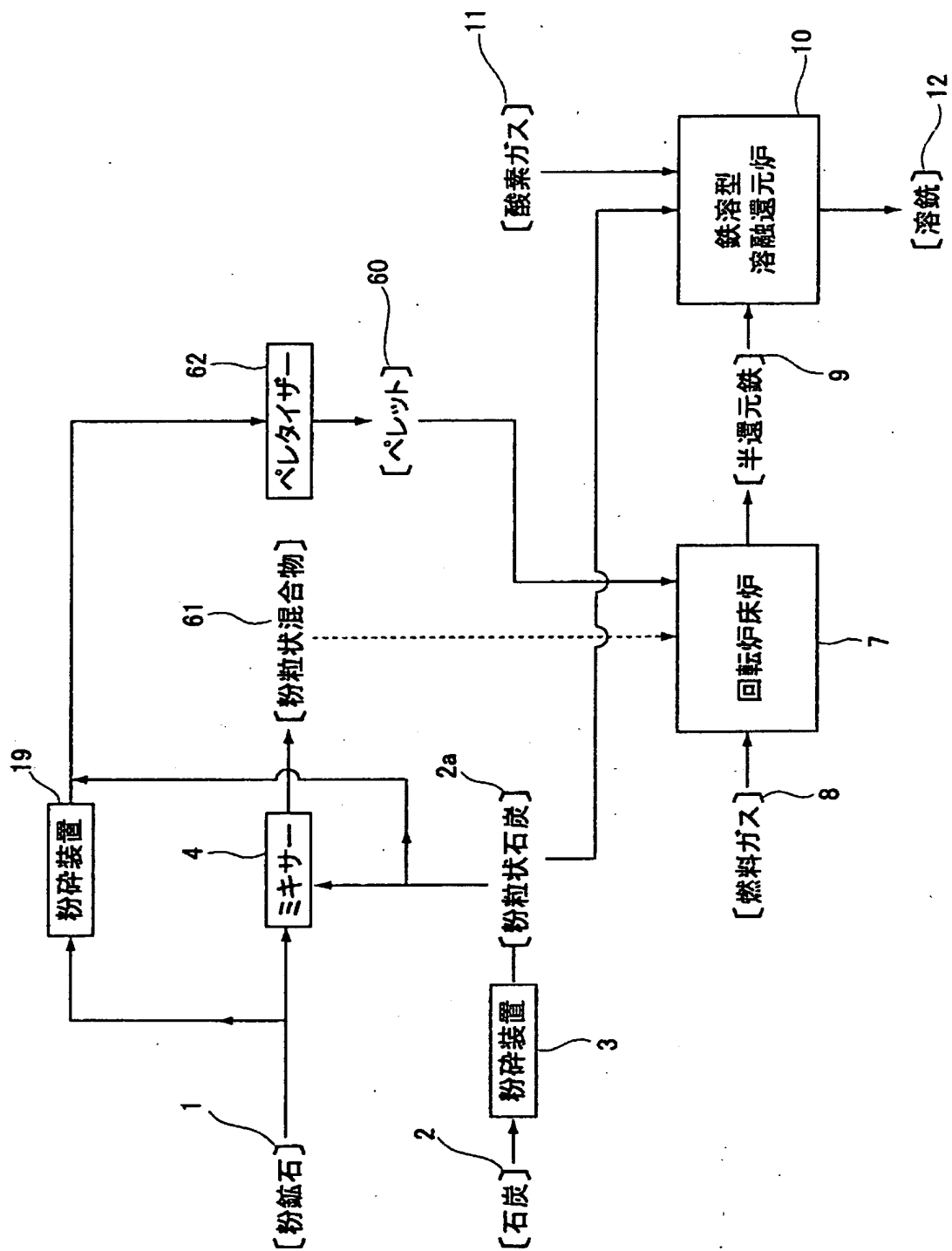
- 7 回転炉床炉
- 7 1 回転炉床
- 7 2 炉壁
- 8 燃料ガス
- 9 半還元鉄
- 1 0 鉄浴型溶融還元炉
- 1 1 酸素ガス
- 1 2 溶銑
- 1 5 1 原料第 1 装入口
- 1 5 2 原料第 2 装入口
- 1 5 3 原料第 3 装入口
- 1 6 払出し口
- 1 7 ベルトコンベア
- 1 8 排ガス煙突
- 1 9 粉碎装置

【書類名】 図面

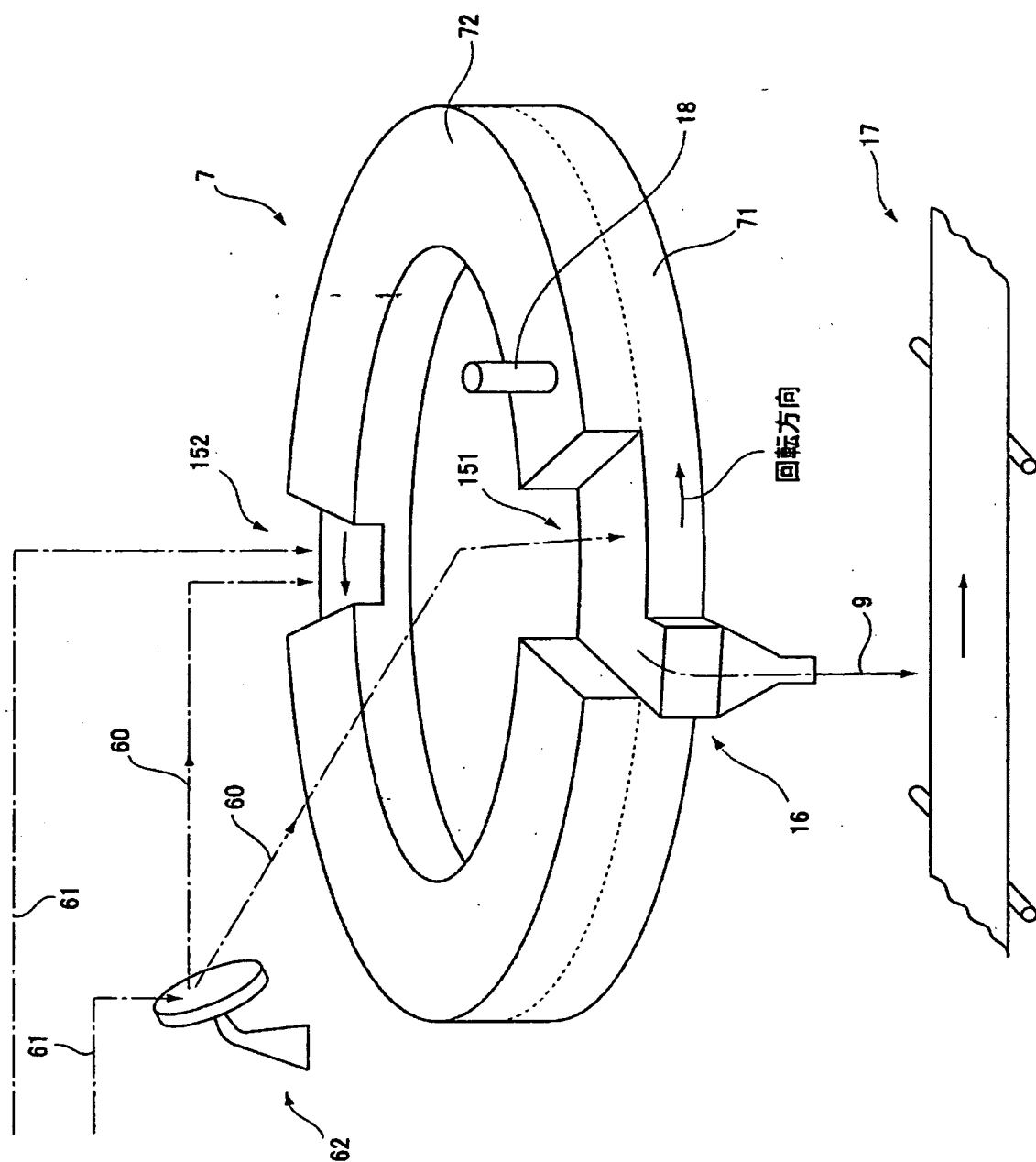
【図 1】



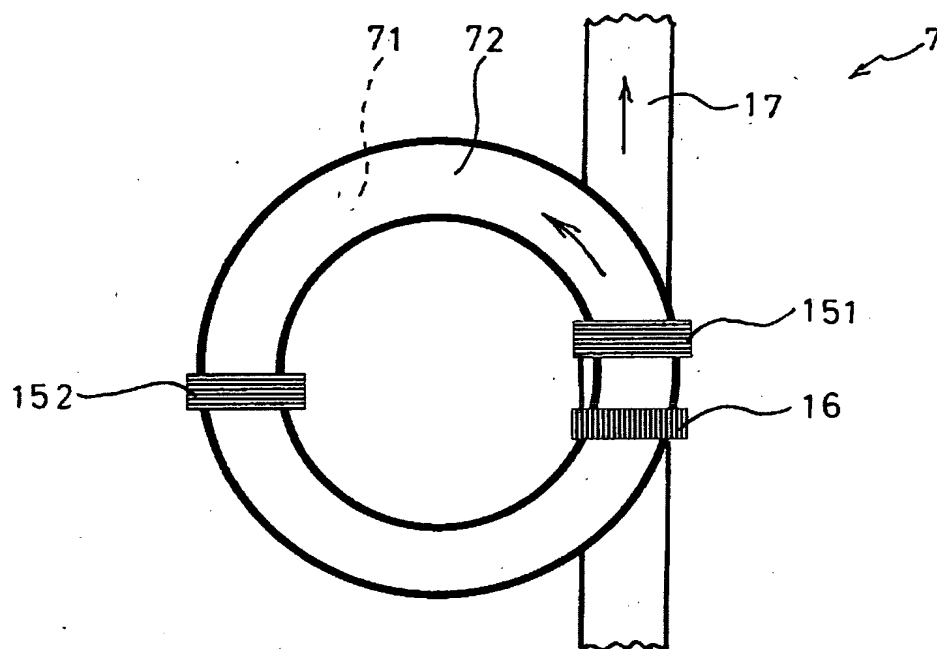
【図 2】



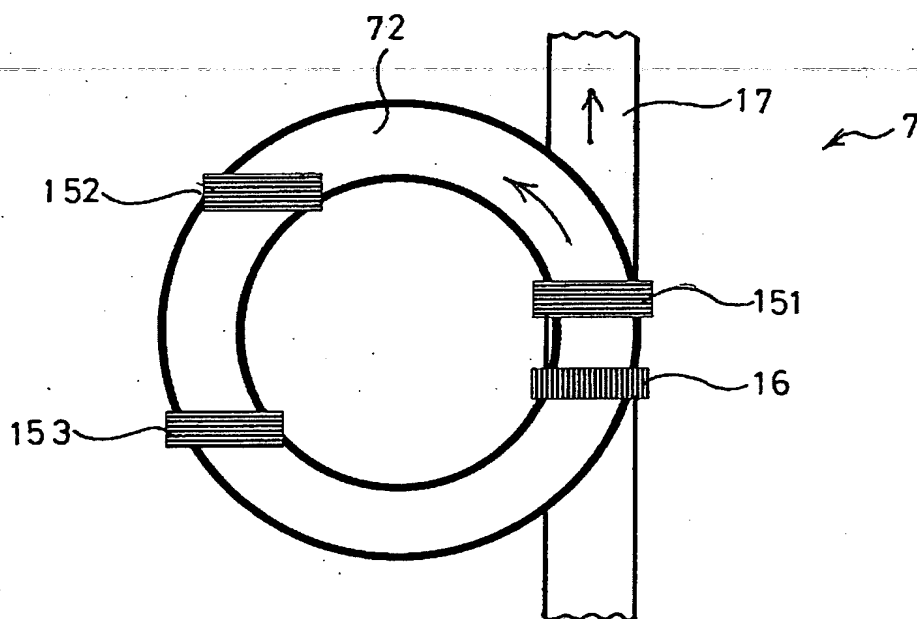
【図 3】



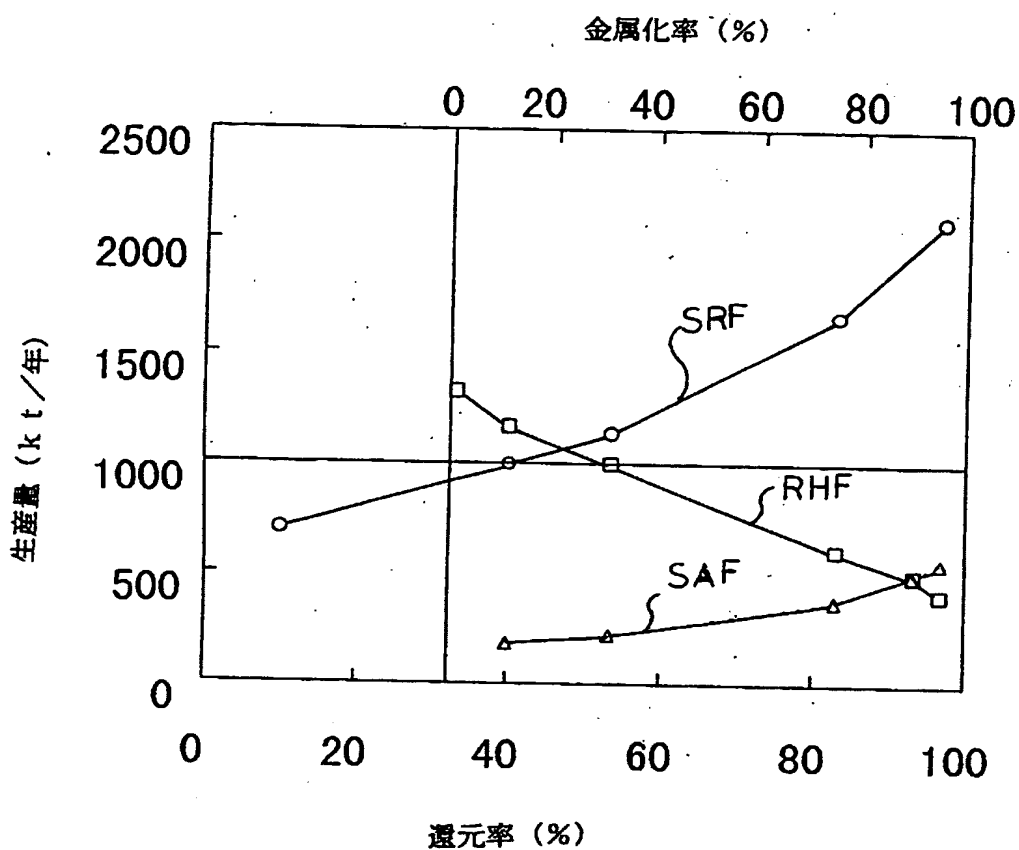
【図 4】



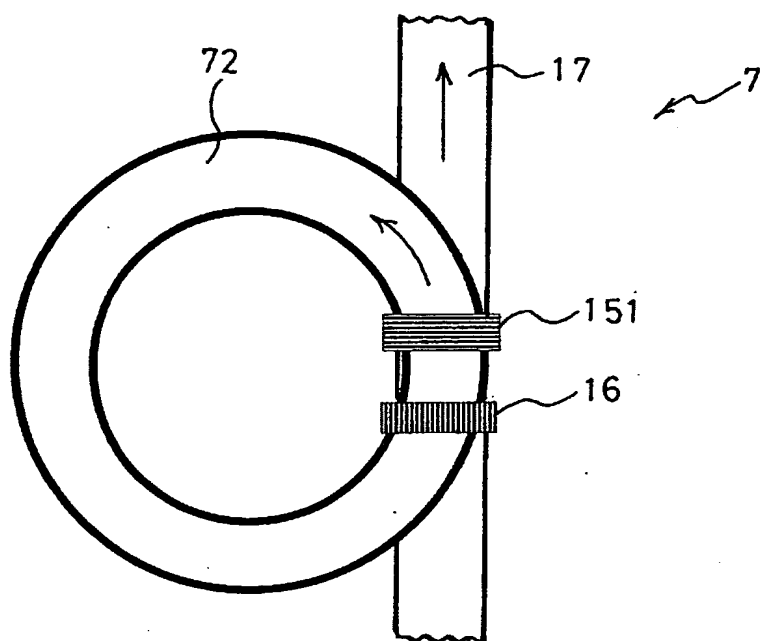
【図 5】



【図 6】



【図 7】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 回転炉床炉又はロータリーキルンを用いて、金属酸化物及び／又は金属水酸化物から半還元金属又は金属溶湯の生産性を飛躍的に増加しうる製・精錬炉及びその操業技術を開発する。

【解決手段】 回転炉床炉に装入口を所定間隔で2ヶ所以上設け、適切な操業条件により、各回の装入物毎に、従来技術よりも金属化率を低くした所定値以下に調節して生産性を上げる。金属化率を、原料装入形態が成形品の場合は高々80%以下、混合物の場合は高々50%以下とする。こうして半還元金属を製造し、溶解炉として金属浴型溶融還元炉を用いて金属溶湯を製造する。

【選択図】 図2

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000004123]

1. 変更年月日 1990年 8月10日
[変更理由] 新規登録
住 所 東京都千代田区丸の内一丁目1番2号
氏 名 日本鋼管株式会社